

MATERYAL, ÜRETİM TEKNOLOJİSİ VE KUMAŞ YAPISININ TERMAL KONFORA ETKİLERİ

Eren ÖNER
Ayşe OKUR

Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, 35160, İzmir

ÖZET

İnsan vücudu ile çevre arasında fizyolojik, psikolojik ve fiziksel uyumun memnuniyet verici durumda olmasını gösteren konforun, en önemli bileşenlerinden biri termal konfordur. Kumaşın ısı ve nem iletim özellikleri ve insan vücut yüzeyinden çevreye ısı ve nem iletim yeteneği giysinin termal konforunun belirlenmesinde en önemli faktörlerdir. Bu makalede, materyal, üretim teknolojisi ve kumaş yapısı parametrelerinin termal konfora etkileri konusunda ilgili literatür ışığında bilgiler verilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kumaş, giysi konforu, termal konfor, Isı ve nem iletimi, Katlı yapılar.

EFFECTS OF MATERIAL, PRODUCTION TECHNOLOGY AND FABRIC STRUCTURE ON THERMAL COMFORT

ABSTRACT

Thermal comfort is one of the important components of comfort which shows the satisfaction level of the physiological, psychological and physical harmony between human body and environment. The heat and moisture transmission properties and also heat and moisture transport ability of fabrics from human body's surface are the most important properties to determine thermal comfort of clothing materials. In this paper, some knowledge is given about the effects of material, production technology and fabric structure on thermal comfort by the help of literature.

Keywords: Fabric, clothing comfort, thermal comfort, heat and moisture transport, multi-layer structures

1. GİRİŞ

Giysi, insan ile yaşadığı çevre arasında koruyucu bir tampon görevi yapmakta ve sağlıklı bir yaşam için önemli bir rol üstlenmektedir. İnsanın yaşadığı ortamın iklim şartlarına uyum gösterebilmesi, üzerinde hiçbir baskı ve sınırlama hissetmeden özgürce hareket edebilmesi, yaptığı aktivitelerden keyif alabilmesi kullandığı tekstil malzemeleri/giysileri ile yakından ilgilidir. Giysinin, giyen kişi tarafından fizyolojik ve psikolojik olarak hissedilmeden hareket rahatlığı vermesi, çevre sıcaklık değişimlerine karşı termoregülasyon sistemi görevi üstlenmesi, görünüm, estetik ve tutum özellikleri ile psikolojik açıdan mutlu hissettirmesi insanın yaşadığı çevreye daha kolay uyum göstermesini sağlamaktadır. Giysilerin tüm bu işlevleri, 'giysi konforu' olarak nitelendirilmekte ve insanların yaşam standardını yükseltmeye yönelik olduğu için, giysi konforunun iyileştirilmesine ilişkin çalışmalar gittikçe artan bir ölçüde hem araştırmacıların hem de sektördeki üreticilerin ilgisini çekmektedir.

Konfor birçok fiziksel, psikolojik ve fizyolojik faktörü içeren karmaşık bir kavramdır. Giysi konforu bazı kaynaklarda; "Acı ve konforsuzluktan bağımsız nötr durum" [1], "İnsan ve çevre arasında psikolojik ve fizyolojik uyum" [2], "Bir giysi içerisinde insanın memnuniyetsizlik veya konforsuzluk hissinin olmaması" [3], "İnsan vücudu ile çevresi arasında fizyolojik ve psikolojik uyumun memnuniyet verici durumda olması" [4] olarak tanımlanmaktadır.

Kişinin konfor hissini belirleyen, insan teniyle giysi arasında kalan ve mikroklima olarak da adlandırılan hava tabakasıdır. Mikroklima, çevresel faktörlerden, kişinin aktivite düzeyinden ve giysi özelliklerinden etkilenmektedir [5]. Mikroklimayı, dolayısıyla konforu etkileyen bu faktörlerden çevresel etkenlere, kişinin fiziksel durumuna ve aktivite durumuna istenildiği ölçüde müdahale edilemediğine göre, konforun iyileştirilmesi ancak giysi özelliklerinin değiştirilmesi ile sağlanabilmektedir. Dolayısıyla giysi özelliklerinde yapılacak değişiklikler mikroklimayı etkileyerek kişinin konfor durumunu belirleyecektir.

İdeal bir giysilik kumaş termal konfor açısından üç önemli özelliğe sahip olmalıdır:

- Soğuktan korunmak için yüksek termal direnç,
- Ilıman iklim koşullarında etkili ısı transferi için su buharı direncinin düşüklüğü ve
- Terleme nedeniyle rahatsızlık hissini önlemek için sıvı taşıma özelliğinin yüksek olması.

Yüksek konforlu bir giysinin yukarıdaki özelliklere ek olarak; hareket rahatlığı (giysinin vücut hareketlerine kolaylıkla uyum sağlaması), çabuk kuruma, yumuşaklık ve deriyi tahriş etmeme, hafiflik, dayanıklılık, beğenilen bir tutum ve kolay bakım gibi özellikleri de sağlaması beklenmektedir[4].

Giysi konforu psikolojik konfor ve fizyolojik konfor olmak üzere iki temel bileşenden oluşmaktadır. Fizyolojik konfor da; termofizyolojik (termal veya ısı) konfor, duyuşal (sensorial) konfor ve vücut hareket konforu alt bileşenlerini içermektedir. Termofizyolojik konfor, sıcaklık ve ıslaklık açısından konforun sağlanmasıdır. Duyusal veya dokunsal konfor, tekstil materyalinin deriyle teması sonucu ortaya çıkan nörolojik algılardır. Vücut hareket konforu giysinin vücut hareketlerine olanak tanınması ve vücutta uygulanan basıncı minimuma indirmesidir. Psikolojik konfor, çoğunlukla estetik konfor olarak da adlandırılmaktadır. Estetik konfor, kişinin psikolojisini etkileyen giysi özelliklerinin duyu organlarıyla (göz, kulak, deri vb.) algılanan kısmıdır [6, 7].

2. TERMAL KONFOR

İnsan vücudundaki bütün biyolojik prosesler sıcaklığa bağlıdır, bu yüzden vücudun farklı çevre şartlarına göre uygun sıcaklık ve nem dengesinin korunması hayati öneme sahiptir [8]. Termal konfor, konforlu ve ıslak olmayan bir duruma erişimdir. Isı ve nemin kumaş içindeki transferi ile gerçekleşir.

Termal konfor, derinin yüzeyindeki ve alt katmanlarındaki termoreseptörlerden gelen sinyallerin birleşiminden oluşan bir çeşit termoregülasyon sistemidir. ASHRAE (The American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers) standartlarına göre ise termal konfor, çevrenin termal şartlarına karşı duyulan memnuniyet olarak ifade edilmiştir [9]. Farklı ortamlar ve giysi sistemleri için termal konforun belirlenmesine yönelik olarak yapılan objektif ve subjektif ölçümler ile etkili parametreler arasındaki ilişkilerin belirlenmesine çalışılmaktadır.

Kumaşların termal özellikleri, giyim konforunun belirlenmesinde ana karakteristiklerden olduğundan tekstil araştırmacıları için önemli ve ilgi çekicidir. Termal konforda belirleyici olan parametreler; ısı ve nem transferi yeteneği, hava geçirgenliği, ısı tutma yeteneği, statik elektriklenme eğilimi, su buharı geçirgenliği ve su emiciliği olarak sıralanmaktadır.

Termal dengede kalabilmek için üretilen metabolik ısı, hissedilebilen ve hissedilemeyen terleme yoluyla, ışınım yoluyla ve deri yüzeyindeki ısının taşınması yoluyla dengelenmektedir. İnsanın vücut yapısının termal ve psikolojik dengesinde giydiği tekstil ürünü çok büyük bir önem taşımaktadır. Direkt ısı transferleri, vücut ile ortam arasındaki sıcaklık farkı ile sağlanmaktadır. Bu fark ne kadar büyükse, ısı akışı da o kadar fazla olmaktadır. Bu ısı akışı ayrıca termal direnç özelliğine de bağlıdır. Su buharı şeklindeki transfer ise, giysinin nem geçirgenliği karakteristiği ile yakından ilgilidir.

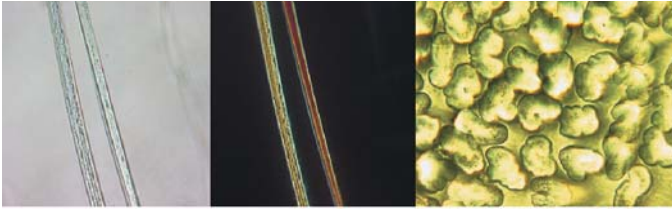
Değişken ortam koşullarında bile nem transfer kapasitesi fazla olan giysiler buharlaşma miktarını arttırmaktadırlar.

Ancak sadece transfer edebilme kapasitesi teri dengelemek için her zaman yeterli olmamakta, giysinin vücuda kuruluk hissi verebilmesi için nem depolama özelliğinin de iyi olması gerekmektedir. Nem depolama özelliği sayesinde oluşturulan tampon bölge ile değişken ortam koşullarında konfor tam olarak sağlanmaktadır [10].

3. MATERYAL ÖZELLİKLERİNİN TERMAL KONFORA ETKİLERİ

Birçok araştırmacı yaptığı teorik ve uygulamalı araştırmalarla, lif ve iplik özelliklerinin termal konforu belirleyen kumaş ve giysi özelliklerine etkilerini incelemişlerdir. Aşağıdaki bölümde, termal konfor açısından avantajlı olduğu iddia edilen tekstil materyalleri hakkında kısa bilgiler verilmiş ve kullanılan materyalin giysi termal konforuna etkilerini inceleyen çalışmaların bir kısmına değinilmiştir.

Günlük giyimde yaygın olarak kullanılmaya başlanan *Modal*, Lenzing-Avusturya firmasının ürettiği rejenere selülozik esaslı bir lifdir. Kayın ağacından üretilen doğal modal, tamamıyla doğal, yaş ve kuru mukavemeti yüksek bir lif çeşididir. Üretici firma tarafından yıpranmaya karşı oldukça dayanıklı olduğu, nem transfer özelliğinin iyi olduğu, yumuşak tuşeye sahip olduğu iddia edilmektedir [11]. Çok iyi nem transfer özelliği nedeniyle sıcak, rutubetli iklimlerde dahi giyim konforu sağlayacağı belirtilmektedir.



Şekil 1. Modal lifinin kesit görüntüleri [11]

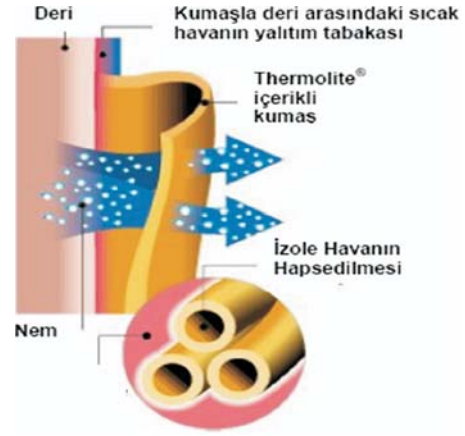
Coolmax, 1986'da DuPont Firması tarafından piyasaya çıkarılan yüksek performanslı, polyester esaslı bir lifdir. Üretici firma tarafından çabuk kuruma özelliğine sahip olduğu, buharlaşmayı kolaylaştırdığı, nefes alabilirlik özelliği sağladığı, vücudu serin tuttuğu belirtilmektedir [12].



Şekil 2. Coolmax lifinin kesit görüntüleri [12]

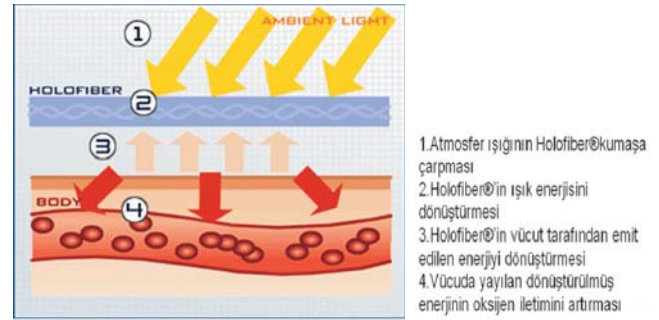
Thermolite, DuPont firması tarafından geliştirilen bir çeşit polyester lifidir. Kutup ayılarının kürkünde bulunan, mükemmel bir yalıtım sağlayan, içinde binlerce küçük hava kesecikleri olan içi boş tüylerden esinlenerek üretilmiştir. Geniş yüzey alanı sayesinde nemi hızlıca deriden kumaş yüzeyine aktararak hızlı buharlaşmayı sağladığı, soğuk havalarda vücudun sıcaklığını koruyarak konforun devamlılığını sağladığı üretici firma tarafından belirtilmektedir [13].

Thermolite 'in sahip olduğu lif yapısındaki çekirdek boşluklar, giysinin hem daha sıcak, hem de daha hafif olmasını sağlamaktadır.



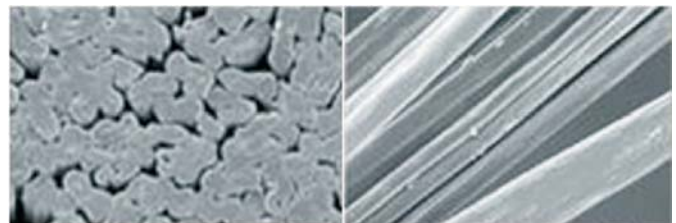
Şekil 3. Thermolite lifinin kesit görünüşü [13]

Holofiber, Hologenix Firmasının geliştirdiği içi oyuk yapıda bir filamenttir. Holofiber'in kandaki oksijeni önemli oranda artırdığı, kan devrinin ve dolayısıyla vücudun gücünün artmasına yol açtığı, deriye oksijen sağlama yönündeki bu gelişmenin yaraların iyileşmesini hızlandırdığı üretici firma tarafından iddia edilmektedir. Derinin üstüne veya yakınına giyildiğinde, Holofiber lifinin mevcut ışığı ve vücut tarafından doğal olarak üretilen enerjiyi, vücudun kan dolaşımını ve oksijen düzeylerini iyileştirecek dalga boylarına dönüştürdüğü belirtilmektedir [14].



Şekil 4. Holofiber lifinin çalışma prensibi [14]

Soya Silk, Soya Silk firmasının kendi adını taşıyan, soya protein lifinden üretilen bir üründür. Üretici firma tarafından Soya Silk lifinin teri ve ıslaklığı hızlıca emip dışarı atarak nemi kurutma özelliği sayesinde kuru, ferah ve sıcak tuttuğu; yumuşak, düz, akıcı, pürüzsüz bir his verdiği ifade edilmektedir. Ana malzeme soya fasulyesi proteinidir [15].



Şekil 5. Soya Silk lifinin kesit görünüşü [15]

Greyson (1983) lifin ve kumaşın içinde barındırdığı havanın termal iletkenlik değerlerini araştırmıştır. Bu çalışma için 500 kg/m³ hacminde çeşitli lif malzemeleri incelemiştir. Her bir lifin belirli bir sıcaklıkta birim uzunluğundan geçen ısı miktarı (mWatt/metre-Kelvin) değerlerini alarak kıyaslamalar yapmıştır. Pamuk, yün, ipek, polivinilklorür (PVC), selüloz asetat, poliamid (PA), poliester (PES), polietilen (PE), polipropilen (PP) liflerinin ve durgun havanın termal iletkenlik değerini ölçmüştür. Lifler termal iletkenlik değerleri açısından; PE (340 mW/m-K), PA (250 mW/m-K), selüloz asetat (230 mW/m-K), PVC (160 mW/m-K), PES (140 mW/m-K), PP (120 mW/m-K), pamuk (71 mW/m-K), yün (54 mW/m-K), ipek (50 mW/m-K) olarak sıralanmış, durgun havanın termal iletkenliği ise 25 mW/m-K olarak ölçülmüştür [16].

Guanxiong vd (1991) farklı liflerden üretilen dokuma ve örme kumaşların termal direnç ve su buharı direnci değerlerini araştırmış ve termal direnç ve su buharı direnci sağlamadaki büyükten küçüğe sıralamanın; PES/Yün, PAC, Pamuk, PES şeklinde olduğunu belirtmiştir [17].

Weder (2004), çalışmasında, tek katmanlı PP, PES, PA (%92 PA, %2 Elastan) ve PP/CO (%60 PP, %40 CO) kumaşların ısı ve nem özelliklerini incelemiştir. Lif özelliklerine göre sınıflanmış kumaşların termal direnç ve su buharı direnci değerlerini ölçmüştür. Sonuçlara göre, kumaşlar termal direnç açısından büyükten küçüğe PP/CO, PES, PP, PA şeklinde sıralanırken, su buharı direnci açısından büyükten küçüğe PP/CO, PA, PES, PP şeklinde sıralanmıştır [18].

Gülsevin (2005)'in yaptığı çalışmada, farklı iplik tiplerinden, değişik örgü yapılarında ve farklı sıklıklarda örülen kumaşların konfor özellikleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve bağıl su buharı geçirgenliği ile ısı direnç değerlerine etkili olan parametreler saptanmıştır. Çalışmanın bulgularına göre, büküm katsayısı artışının, iplik numarasının incelenmesinin, kumaşta PES ve PP liflerinin kullanılmasının bağıl su buharı geçirgenlik değerini artırdığı; elastan iplik kullanımının ise bu değeri düşürdüğü; OE ipliklerin ve penye ipliklerin karde ipliklerden daha iyi su buharı geçirgenliği sağladığı; süprem gibi boşluklu yapıların ve daha seyrek kumaşların tercih edilmesinin su buharı geçirgenliği için avantajlı olduğu belirtilmektedir. Bu sonuçlar, materyalin sahip olduğu gözeneklilik ile açıklanmıştır. Gözeneklilik arttıkça, buharın hareket edebileceği boşluklar artmakta ve daha fazla su buharı geçişi olmaktadır. Isıl direnç değerleri incelendiğinde ise, büküm katsayısı artışının, iplik numarasının incelenmesinin ve PP filamentli kullanılmasının ısı direnci düşürdüğü; elastan iplik kullanılmasının ısı direnci artırdığı; karde iplik kullanılmasının, penye ve OE iplikten daha yüksek direnç sağladığı; interlok gibi sık yapı kumaşların daha çok ısı dirence sahip olduğu saptanmıştır. Isıl direnç sonuçları, materyalin bünyesinde tutulan durgun hava miktarı ile açıklanmıştır. [19].

Güneşoğlu vd (2005)'nin yaptıkları çalışmada, çeşitli zemin ve ilmek ipliği kombinasyonlarıyla 4 farklı futter örme kumaş seçilmiştir. Kumaşlar Alambeta ve Permetest cihazlarında test edilmiş, kumaşların sıcak-soğuk hissi (warm-cool feeling) incelenmiş ve bu kumaşların dış ortam (out-door) için kullanımı araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; zemin ve ilmeği %100 pamuk kumaş, maksimum termal emicilik değeri vermiştir. Bu nedenle dokunulduğunda serinlik hissi verdiği belirtilmiştir. PET lifinin varlığının ısı emme yeteneğini arttırdığı görülmüştür. Lif tipinin sıcak-soğuk hissini birinci dereceden etkileyen faktör olduğu vurgulanmıştır. Kumaşın terli vücut ile temasında teri emip hızlı bir şekilde buharlaştırmasının kullanıcıya rahatlık ve konfor hissi vereceği belirtilmiştir [20].

Önder ve Sarier (2006) tekstillerde dinamik ısı yönetimi olanaklarının geliştirilmesi için ısı kapasiteleri yüksek Faz Değiştiren Malzemeler (FDM) kullanarak çeşitli ürünler üretmeyi amaçladıkları araştırmalarında FDM olarak kullanılmak üzere anorganik ve organik esaslı kimyasallar seçmiş; FDM'lerin tekstile uygulanabilmesi için mikrokapsülleme, polimer köpük oluşturma, kumaşa kaplama ve ipliğe emdirme yöntemleri ile çalışmışlardır. Araştırmacılar uygulanan mikrokapsülleme, poliüretan kompozite katma ve kumaş kaplama teknikleri ile yapıların termal özellikleri ve ısı depolama kapasitelerinin iyileştirilebildiğini belirtmektedirler [4].

Yaman vd (2007), polinozik liflerin üretimi, özellikleri ve kullanım alanlarını incelemiştir. Rejenere selüloz liflerinin bir versiyonu olan polinozik lifler, viskonun yaş dayanımının düşüklüğünü elemine etmek ve yaş dayanımı pamuğa yakın olan lifler elde etmek için üretilmiş liflerdir. Çalışmada pamuk, poliester ve polinozik liflerden elde edilen ipliklerle aynı kumaş yapısında üretilen kumaşların konfor, estetik ve kullanım performansı özellikleri karşılaştırılmıştır. Konfor açısından, polinozik lifler, nem tutma, termal koruma, yumuşaklık özellikleri için pamuk ve poliesterden çok daha iyi sonuçlar vermiştir, hava geçirgenliği için poliesterden iyi pamuktan kötü, yüzey pürüzlülüğü için pamuktan iyi poliesterden kötü sonuçlar vermiştir [21].

Üte vd (2008)'nin yaptıkları çalışmada, doğal renkli pamuk lifi ile Angora Tavşanı lifi farklı oranlarda karıştırılarak iplikler üretilmiş ve bu ipliklerden çift yüzlü örme kumaşlar elde edilmiştir. Üretilen kumaşların termal konfor özellikleri ölçülmüş; farklı yüzlerin iç veya dış katman olarak kullanılmasının ve değişik Angora oranının bu özelliklere etkisi incelenmiştir. Yapılan ölçümler, kumaşlarda Angora karışımı iplik kullanılan yüzün termal absorpsiyon değerinin daha düşük olduğunu ve dolayısıyla ilk temas anında daha sıcak bir his verdiğini ortaya koymuştur.

Örgü yapısında bulunan Angora lif miktarı artışının etkisi incelendiğinde ise, Angora oranının artışının kumaşın termal absorpsiyon değerinde önemli bir düşüş yarattığı, termal direnç değerini önemli oranda artırdığı, su buharı geçirgenliğini düşürdüğü saptanmıştır [22].

Stankovic vd (2008), doğal ve rejenere selüloz liflerinin termal konfor özelliklerini kıyaslamak için keten, pamuk ve viskon liflerinden üretilen ipliklerle ve bu ipliklerin karışımlarıyla örülen kumaşları incelemiştir. Sonuçlara bakıldığında lifler termal direnç açısından pamuk, keten, viskon, keten/viskon, keten/pamuk şeklinde sıralanırken, termal iletkenlik açısından keten/pamuk, viskon, keten/viskon, pamuk, keten şeklinde sıralanmıştır [23].

Verdu vd (2009), yaptıkları iki aşamalı çalışmada DOW XLA™ lifinin poliestere/pamuk dokuma kumaşlarda kullanılmasının profesyonel giyimde son kullanımda konfora etkisini incelemiştir. DOW XLA™ lifi; Dow kimyasal firması tarafından geliştirilen, etilen ve yüksek α -olefinin kopolimeri olan, elastik özelliklere sahip bir poliolefin elastomerdir. Sonuçlar, DOW XLA™ lifinin kullanılmasıyla kumaşın elastikiyet özelliklerinin gelişmesinin yanı sıra, konfor ve tutum özelliklerinin de iyi yönde geliştiğini göstermiştir. Ayrıca bu kumaşların termal ve duyuşsal konfor özelliklerini yıkamalara karşı da koruduğu görülmüştür [24, 25].

Cimilli vd (2009)'nin çalışmasında modal, mikromodal, bambu, soya lifi ve kitosan gibi yeni liflerden üretilen çorapların konfor özellikleri incelenmiştir. Ayrıca çalışmada pamuk ve viskon gibi konvensiyonel lifler de ele alınmış, özellikleri diğer liflerle karşılaştırılmıştır. Yapılan testler sonucunda farklı lif tipleri için konforla ilgili olduğu düşünülen termal direnç, hava geçirgenliği, su buharı geçirgenliği, dikey su emicilik yüksekliği ve kuruma süresi parametreleri incelenmiştir. Termal direnç için lifler yüksekte düşüğe doğru; kitosan, soya lifi, bambu, mikromodal, viskon, pamuk, modal olarak sıralanmıştır. Hava geçirgenliği için sıralama; mikromodal, modal, soya lifi, bambu, viskon, kitosan, pamuk şeklinde olmuştur. Lifler, su buharı geçirgenliği için yüksekte düşüğe; kitosan, bambu, soya lifi, modal, viskon, pamuk olarak sıralanırken, dikey su emicilik yüksekliği için ise; pamuk, kitosan, soya lifi, viskon, modal, mikro modal, bambu lifleri şeklinde bir sıralama ortaya çıkmıştır. Kuruma süresi için; en yüksek değer bambu ve viskon daha sonra sırasıyla pamuk, soya lifi ve mikromodal, kitosan, modal için ölçülmüştür [26].

Kaplan (2009)'in çalışmasında objektif ve subjektif termal konfor değerlendirmelerinde farklı özelliklerdeki örme kumaşlar incelenmiştir. Bu çalışma için; %100 poliestere, % 70-30 pamuk- poliestere, % 95-5 modifiye poliestere (Coolmax)-elastan, % 100 pamuk, % 52-48 modifiye poliestere (Coolmax)-poliestere, % 95-5 viskon-elastan, % 70-30 viskon-poliakrilonitril, % 93-7 poliamid (Tachtel Fresh Fx)-elastan, % 49-49-2 poliestere-modifiye viskon

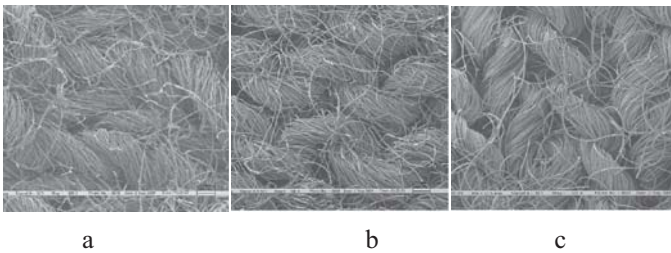
(Viloft)-elastan, % 50-50 poliestere-viskon, % 47-53 pamuk-modifiye poliestere (Thermolite), % 96-4 poliamid-elastan, %89-11 poliestere-elastan, % 80-20 poliamid-elastan, % 97-3 pamuk-elastan liflerinden üretilmiş çeşitli örme kumaşların dinamik terleyen levha sistemi ile kumaş halinde, termal manken sistemi ve giyim denemeleri ile de giysi olarak termal özellikleri belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçları değerlendirildiğinde ıslaklık hissi açısından bakıldığında; pamuklu kumaş (%100 pamuk) ve sıvı transferi konusunda avantajlı olduğu ileri sürülen poliestere-pamuk (iç-dış) çift katlı kumaş (% 70-30 pamuk-poliester) en yüksek ıslaklık hissine, jakarlı yapıyla sıvıyı absorpsiyon kapasitesi artırılmış poliestere kumaş (%100 poliestere) ise en düşük ıslaklık hissine neden olmuştur. Sıvı absorpsiyonu ve transferi açısından avantajlı olduğu ileri sürülen modifiye poliestere lifinden (Coolmax) üretilmiş kumaşın (% 95-5 modifiye poliestere (Coolmax)-Elastan) klasik poliestere lifinden jakarlı örgü ile üretilen kumaşlardan (%100 poliestere) ıslaklık performansı açısından farklı olmadığı tespit edilmiştir. Su buharı geçirgenliği açısından ele alındığında; futter örgüye sahip poliamid kumaş (% 96-4 poliamid-elastan) diğerlerinden anlamlı derecede düşük su buharı geçirgenliğine sahiptir. Ayrıca subjektif giyim denemelerinde konfor değerlendirmeleri açısından avantaja sahip olan klasik poliestere üretilmiş ve jakarlı interlok örgüye sahip kumaşlar (%100 poliestere) ile suprem örgüye sahip Coolmax kumaşın (% 95-5 modifiye poliestere (Coolmax)-elastan) diğerlerinden daha yüksek su buharı geçirgenliği değerlerine sahip oldukları gözlenmiştir. Subjektif giyim denemeleri sırasında sıvı transferi konusunda belirtilen avantajları gözlenmeyen Coolmax kumaşın su buharı geçirme performansı konusundaki avantajının hammaddesinden çok yapısal özelliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuçlara göre çift katlı poliestere-pamuk kumaşın (% 70-30 pamuk- poliestere) su buharı direnci diğerlerinden yüksek çıkmıştır ve bu sonucun bu kumaşın subjektif giyim denemelerindeki düşük performansı ile de uyumlu olduğu belirtilmiştir [27].

Kumaşların termal direnç değerleri için elde edilen sonuçlara göre, poliamid kumaşla (% 96-4 poliamid-elastan) poliestere-modifiye viskon (Viloft) karışımı kumaş (% 49-49-2 poliestere-modifiye viskon (Viloft)-elastan) diğerlerinden daha yüksek termal direnç değerlerine sahiptir. Bu durumun büyük oranda poliestere-modifiye viskon karışımı rib örgüye sahip kumaşın kalın ve hacimli yapısına bağlı olduğu belirtilmiştir. Bu kumaşın hammaddesi (poliestere-viloft) ve yüzeyine uygulanan şardonlama işleminin de termal direncinin artmasında etkili olduğu belirtilmiştir. Yüksek kalınlık değeri ve yalıtım konusunda avantajlı olduğu belirtilen modifiye poliestere lifi (Thermolite) ve pamuktan üretilen ve iç kısmı şardonlanarak daha hacimli bir yapı kazandırılan suprem kumaşın (% 47-53 pamuk-modifiye poliestere (Thermolite) ise gruptaki diğer kumaşlardan farklı olmayan termal direnç değerleri vermesinin ilginç bir sonuç olduğu vurgulanmıştır [27].

Çil vd (2009), kumaşların su buharı geçirgenliği, su emiciliği ve kuruma karakteristikleri gibi su ile kumaş arasındaki ilişkiyi belirleyen bazı konfor özelliklerini, pamuk, akrilik ve pamuk/akrilik karışımı kumaşlarda incelemişlerdir. Aynı zamanda konfor özelliklerine etkisi olan lif karışımı, iplik numarası ve sıklık gibi parametreler de dikkate alınmıştır. Deneysel çalışmaların sonuçlarına göre kumaşların dikey su emiciliğinin ve sıvı transfer yeteneğinin kalın iplik kullanımı ile arttığı, ince iplik kullanımı ile kuruma oranının arttığı belirlenmiştir. Bunun dışında karışımda akrilik lifi oranının artmasıyla kumaşın kuruma oranının ve dikey su emicilik ile sıvı transfer yeteneğinin arttığı görülmüştür [28].

Shim vd (2009), ısıtıcı giysilerin iyi termal performansa sahip olarak konforlarının geliştirilmesi amacıyla seramik materyalinin uygulanmasını incelemiştir. Isıtıcı giysilerin yapısındaki hidrofil poliüretan film içerisine seramik tozları eklenerek termal yalıtkan ve su buharı geçirgen yapılar elde edilmesi amaçlanmıştır. Sonuçlarda seramik miktarının artmasıyla kumaşların kızılötesi ışınlarının (infrared emissivity) arttığı gözlenmiştir. Ayrıca seramik tozlarının termal yalıtımı artırdığı, su buharı geçirgenliğini düşürdüğü belirtilmiştir. Isıtıcı giysinin seramik katılımıyla üretildiğinde mikroklima sıcaklığının yükseleceği ifade edilmiştir [29].

Majumdar vd (2010), pamuk, rejenere bambu ve pamuk/bambu karışımı ipliklerden üretilen farklı örme kumaş yapılarının termal özelliklerini araştırmışlardır. Bunun için 3 lif grubundan (%100 pamuk, %50-%50 pamuk-bambu ve %100 bambu) üretilen 3 farklı numarada iplikler (30 tex, 24 tex, 20 tex) kullanılmıştır. Herbir iplikten 3 tip örme yapısında (düz-rib-interlok) kumaşlar örülmüştür. Pamuk, bambu ve pamuk/bambu karışımından üretilen düz örme kumaşların SEM fotoğrafları Şekil 6'daki gibidir [30].



Şekil 6. Pamuk (a), Bambu (b), Pamuk/Bambu (c) düz örme kumaşların SEM fotoğrafları [30]

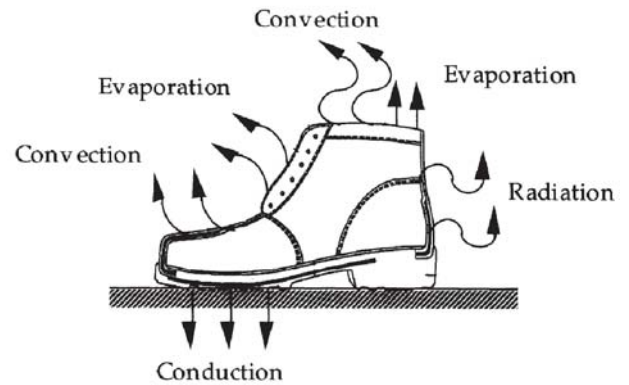
Sonuçlarda bambu lifi oranının artışının örme kumaşların termal iletimini azalttığı görülmüştür. Aynı lif karışımları için daha ince ipliklerden üretilen kumaşların termal iletkenliği daha düşük çıkmıştır. En yüksek termal direnç değeri interlok örgüye sahip kumaşlarda elde edilmiştir. Bambu lifi oranı arttıkça kumaşın su buharı ve hava geçirgenliğinin arttığı görülmüştür. En yüksek su buharı ve hava geçirgenliği değerleri düz örme yapılarda elde edilmiştir [30].

4. ÜRETİM TEKNOLOJİSİ VE KUMAŞ YAPISININ TERMAL KONFORA ETKİLERİ

Kawabata vd (1985), iç çamaşırlık kumaşların kalitesinin, onların konfor özellikleri ile yakından ilgisi olduğunu belirtmiştir. İdeal bir iç çamaşırının, vücuttan çıkan sıvıyı hızla emmesi, yine hızlı bir şekilde dış katmanlara iletmesi gerektiği, bunun için de lifin ısıl iletkenliğinin ve su buharı geçirgenliğinin yüksek, hidrofil özelliğe sahip olması gerektiği araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur [31].

Allied Fibers Inc.'in açıkladığı (Anonymous 1988) "Dryline" kumaşı, fonksiyonel olarak üretilmiş yüksek performans kumaşıdır. "Dryline" üretim teknolojisinde iki yüzü kumaş "push-pull method" ile açıkladıkları yöntemle oluşturulmuştur. Allied Fibers'in ürettiği hidrofil naylon, kumaşın deriye temas etmeyen yüzeyinde bulunmaktadır. Vücuttan çıkan ter ve buhar deri tarafından dışa doğru itilir ve kumaştaki emici hidrofil tabaka tarafından hidrofobik poliester lifleri arasından ter çekilir. Bu itme-çekme mekanizması sırasında vücut sürekli kuru poliester yüzey ile temas halinde olduğundan kuruluk hisseder, dış yüzeydeki hidrofil naylon ise emdiği teri çok hızlı bir şekilde çevreye buharlaştırır. "Dryline" günümüzde bisiklet yarışlarında kullanılmaktadır. Bisikletçiler için üretilen "Dryline" ürünü, %62 naylon, %28 poliester, %10 Lycra® dan oluşmaktadır [32].

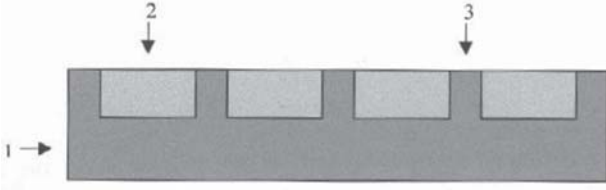
Bergquist ve Holmer (1997) çalışmalarında soğuk koşullarda kullanılacak ayakkabının yalıtım özelliklerini ölçmüşler ve konforlu ayakkabı yapısının nasıl olması gerektiğini incelemişlerdir. Kullanım sırasında ayakkabının birçok yerinden ısı kaybı olmaktadır. Ayakkabının ayağı sıcak tutmanın yanında konfor sağlaması için ayağı sarması, hava geçirgenliğinin iyi olması, hafif olması gerektiği belirtilmiştir. Dolayısıyla önerilecek ayakkabı modelinin, termal direnci, hava geçirgenliği ve su buharı geçirgenliği yüksek olması gerektiği ifade edilmiştir [33].



Şekil 7. Ayakkabıdan ısı kaybı [33]

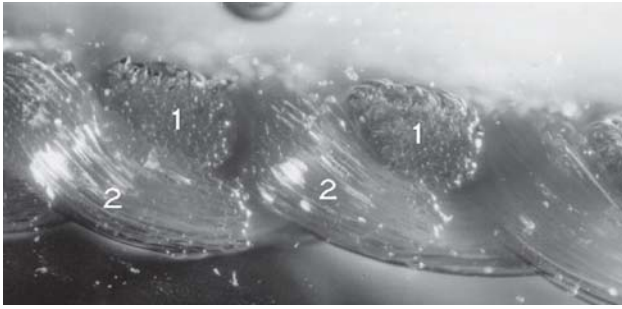
Hes (2002), nem ve ısı transferini kontrol etmek için, fonksiyonel örgüler geliştirmiştir. Geliştirilen çift katlı örgü yapısının, birinci katmanı deri ile temas ederek transferi sağlayacak hidrofob karakterli PP lifi ve ikinci katmanı nem emme yeteneği yüksek, hidrofil karakterli pamuk lifidir.

Ayrıca sisteme pamuktan oluşan emme kanalları eklenmiştir. Geliştirilen örgü yapısı Şekil 8.'de gösterilmiştir [34].



Şekil 8. Hes vd (2002) geliştirdiği örgü yapısı [34]

Bu örgü yapısının mikroskop altındaki kesit görünümü ise Şekil 9.'da gösterilmiştir. Bu şekilde liflerin yerleşimini daha iyi anlamak mümkündür. Şekillerde "1" ile gösterilen ayırıcı tabakalar, "2" ile gösterilen absorpsiyon tabakalarıdır.



Şekil 9. Örgü yapısının mikroskop altında kesit görünüşü [34]

Endrusick vd (2004) çalışmasında Amerikan Ordusunun kimyasal ve biyolojik koruyucu kıyafetlerindeki konfor özelliklerinin yıllar içerisindeki gelişimini incelemiştir. Gelinen son noktada bu kıyafetlerde iletken, çok ince, seçici geçirgen membranların kullanılmasıyla, çok daha hafif, yüksek nefes alabilir koruyucu yapılar geliştirdiği ve artık kimyasal ve biyolojik koruyucu giysilerin daha geniş çeşitlilikteki öldürücü gaz, buhar ve asitlere karşı koruma sağlarken daha yüksek bir termal konfor potansiyeline sahip olduğu belirtilmiştir [35].

Uçar ve Yılmaz (2004) çalışmalarında çeşitli rib örgülerde ve sıklıklardaki örme kumaşların termal özelliklerini incelemiştir. Rib örgü düzeni ve kumaş yoğunluğu, hava geçirgenliği gibi diğer kumaş özelliklerinin termal davranışa etkisi araştırılmıştır. Bunun için düz örme makinasında 8 Ne (örme makinasına üçlü besleme olduğu için 2.77 Ne), 374 tur/m Z büküme sahip akrilik iplikleri ile 1x1, 2x2, 3x3 rib örgü kumaşlar örülmüştür. Kumaş yoğunluğu ve hava geçirgenliğinin etkisinin görülebilmesi için değişik sıklıkta (gevşek-orta-sıkı) kumaşlar örülmüştür. Çalışmada, rib sayısının sırasıyla 3x3, 2x2, 1x1 olarak azalmasıyla ilmekler arasında hapsolan hava miktarının artmasına bağlı olarak ısı kaybının azaldığı belirtilmiştir. Kumaş yapısının sıkılaştıkça hava geçirgenliğinin azaldığı görülmüştür. Soğuk iklim koşullarında 1x1 rib sıkı yapıdaki örme kumaşların kullanılmasının daha iyi yalıtım sağlayacağı belirtilmiştir. Araştırmacılar, çalışma sonuçlarının hava dolaşımı ile gerçekleşen konveksiyon ısı kaybının liflerden ve kumaş tarafından tutulan hava miktarından etkilenen kondaktif ısı kaybından daha önemli olduğunu gösterdiğini belirtmektedirler [36].

Yoo ve Barker (2005) yaptıkları iki aşamalı araştırmada termofizyolojik ve duysal özelliklerin ve son kullanım koşullarının ısıya dayanıklı koruyucu iş giysilerinde giysi konforuna etkisini incelemiştir. Bu araştırmanın birinci bölümünde efektif giysi konforunu belirleyecek kumaş karakteristiklerini elde etmek üzere materyal özellikleri ve test metotları incelenmiştir. Farklı lif içeriklerinde, iplik özelliklerinde, dokuma tiplerinde ve bitim işlemlerinde altı adet ısıya dayanıklı iş giysisi kumaşının termofizyolojik özellikleri, duysal özellikleri ve nem transferi özellikleri değerlendirilmiştir. Bu çalışmada Nomex IIIA (bezayağı dokuma, hava jeti ile eğrilmiş kesikli lif ipliği), Nomex IIIA (ek olarak emicilik bitim işlemi görmüş), Geliştirilmiş 75/25 Nomex/FR Rayon karışımı (bezayağı dokuma, hava jeti ile eğrilmiş kesikli lif ipliği), Geliştirilmiş 75/25 Nomex/FR Rayon karışımı (ek olarak emicilik bitim işlemi görmüş), Geliştirilmiş Nomex (Dimi örgü, ring ipliği) ve kontrol tipi olarak %100 pamuk (dimi örgü, güç tutuşurluk bitim işlemi yapılmamış) olmak üzere altı tip koruyucu iş kıyafeti kullanılmıştır. Sonuçlara göre test kumaşları arasında termal konfor açısından önemli bir fark görülmemiştir. Duysal konfor özellikleri açısından, geliştirilmiş Nomex kumaş (dimi örgü, ring ipliği) ve pamuklu kumaşın (dimi örgü, güç tutuşurluk bitim işlemi yapılmamış) bazı avantajlara sahip olduğu belirtilmiştir. Terlemeyle ilgili konfor özelliklerinde nem çekme ve kuruma özellikleri dikkate alınmıştır. Pamuklu kumaşın duysal konfor açısından avantajlarına karşın yavaş kurumasıyla ve nemi uzun süre tutmasıyla ıslaklık hissine neden olacağı vurgulanmıştır [37, 38].

Chung ve Lee (2005), çalışmalarında itfaiyeci giysilerinin konfor özelliklerini incelemiştir [39]. Çalışmada 3 farklı koruyucu giysi tasarımı oluşturulmuştur. Bu tasarımlar Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Chung ve Lee (2005)'in çalışmasında kullanılan tasarımlar [39]

Tasarımlar	Giysi Katları	Materyal
i	Alev Almaz Dış Kaplama	Nomex IIIA
	Nem Bariyeri	PU Membran
	Termal Bariyer	Nomex IIIA
ii	Alev Almaz Dış Kaplama	Nomex IIIA
	Nem Bariyeri	Aramid dokusuz yüzey üzerine PTFE membran
	Termal Bariyer	Nomex IIIA
iii	Alev Almaz Dış Kaplama	Nomex IIIA
	Nem Bariyeri	Spacer-Aramid dokusuz yüzey üzerine PTFE membran
	Termal Bariyer	Nomex IIIA

Deneylerin sonuçlarına göre ortalama deri sıcaklığı üçüncü koruyucu giyside birinci ve ikinci giysilerden daha yüksek çıkmıştır. Giysilerdeki soğutmanın subjektif hissi birinci, ikinci ve üçüncü giysilerde sırasıyla 8 dak. 12 s., 8 dak. 5 s., 14 dak. 32 s. sonra oluşmaktadır. Terlemeyle ağırlık kaybı ikinci giyside en az, üçüncü giyside en fazladır.

Subjektif konfor hissi üçüncü giyside en kötü çıkmıştır, üçüncü koruyucu giysinin içerisinde sıkışmış nem ve ısı'nın konforsuzluğa neden olduğu belirtilmiştir. Üç tip koruyucu giysi sistemi ile yapılan giyim denemeleri sonuçları karşılaştırıldığında nem yayılımı değeri en yüksek olanın ikinci giysi, en düşük olanın üçüncü giysi olduğu görülmüştür. Isı yayılımı ise en yüksek birinci giyside, en düşük üçüncü giyside çıkmıştır. Üçüncü giysinin, vücut ile giysi sistemi arasında ısı ve teri çok uzun süre tuttuğu için konforsuzluğa neden olduğu vurgulanmıştır [39].

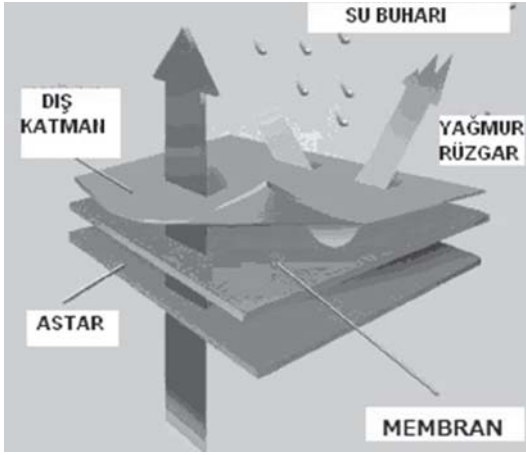
Marmaralı vd.(2006)'nin, yaptıkları çalışmada farklı malzemelerden üretilen değişik özelliklerdeki ipliklerden, değişik örgü yapılarında ve farklı sıklıklarda örülen kumaşların termal konfor özellikleri ölçülmüştür. Çalışmada %100 yün, pamuk ve akrilik örme kumaşların yanı sıra farklı karışım oranlarındaki pamuk/poliester ve yün/PAC örme kumaşlar da incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, farklı hammaddelerden örülen kumaşlarda pamuk en yüksek ısı iletkenliğe sahiptir ve bunu akrilik ve yün lifleri izlemektedir. Hem pamuk, hem de poliester malzemeler için, iplik incelikle kumaşların ısı iletkenlik değerleri de azalmaktadır. Hem pamuk, hem de poliester iplikler için, süprem kumaşların ısı iletkenliğinin en düşük değerde olduğu, bunu sırasıyla 1X1 rib ve interlok kumaşların izlediği görülmektedir. Pamuk ve poliester ipliklerden örülen süprem kumaşlar en yüksek bağıl su buharı geçirgenliği değerine sahiptir, bunu 1X1 rib ve interlok kumaşlar izlemektedir. Örgü sıklığı azalıp kumaş seyreklettikçe bağıl su buharı geçirgenliği değerinde genellikle bir artış olduğu görülmektedir [40].

Wu ve Fan (2008), giysi sistemi içerisinde birleştirilen farklı tipteki kumaş tabakalarının değişik pozisyonlarda sıralanmasının termal yalıtım performansı ve nem tutma özelliğine etkisini araştırmışlardır. Kumaş katmanları arasındaki ısı ve nem transferini inceleyerek, kumaş katmanları kullanılmasıyla optimum giysi performansını sağlamaya çalışmışlardır [41]. Deneyler için iki tip birleşik kumaş sistemi hazırlanmıştır: birinci sistem Goretex iç kumaş + çok katlı yün tabakaları + çok katlı poliester tabakaları + Goretex dış kumaş ve ikinci sistem Goretex iç kumaş + çok katlı poliester tabakaları + çok katlı yün tabakaları + Goretex dış kumaş'tan oluşmaktadır. Bu çalışmadaki teorik ve deneysel sonuçlar birleşik katlardan oluşan giysi sisteminde higroskopik tabakayı iç bölgede (bu çalışma için yün tabakaları), higroskopik olmayan tabakayı dış bölgede (bu çalışma için poliester tabakaları) kullanmanın kuru ısı kaybı ve yoğunlaşmayı azaltacağı için termal konfor açısından avantajlı olacağını göstermiştir. Vücuda temas eden bölgenin higroskopik olmaması içerideki emici bölgenin ise higroskopik olması önerilmiştir [41].

Keiser vd (2008) çalışmasında en son geliştirilen yangına karşı koruyucu itfaiyeci kıyafetlerinin nem iletim özellikleri incelenmiştir. Nemin, koruyucu itfaiyeci giysilerinde ısıdan koruma özelliğine güçlü etkisi olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada iki tip yeni geliştirilen itfaiyeci

ceketi kullanılmıştır. Her iki ceket de dört tabakadan (ısıya dayanıklı dış kaplama, su buharı geçirebilen membran, termal bariyer ve iç kattan) oluşmaktadır. İki kıyafet esas olarak iç kat ve termal bariyer açısından farklıdır. İtfaiyeci ceketlerinin iç katlarında iki farklı materyal kombinasyonu (aramid veya aramid/viskon karışımı) kullanılmıştır. Aramid materyali hidrofobik materyaldir ve viskonun eklenmesiyle çoğunlukla kumaşın hidrofilik ve higroskopik özellikleri artmaktadır. Her iki itfaiyeci kıyafetinde de termal bariyer olarak farklı kalınlıklarda aramid nonwoven kullanılmıştır. Her iki kıyafette de ısıya dayanıklı aramid nonwoven üzerine aynı politetrafloretillen (PTFE) membran lamine edilmiştir. Kıyafetlerin dış katları da aramid kumaşlardır. Kumaşlarda alev itici pamuk, aramid/viskon ve aramid lifleri kullanılmıştır [42]. Bu çalışmada görülmüştür ki tek kumaş katının nem içeriği sadece o kata özgü materyal özelliklerine bağlı değildir, kombinasyondaki komşu katların özellikleri de önemlidir. Komşu katların nem emicilik özellikleri ve iç çamaşırının nem absorpsiyon yeteneği etkili olmaktadır. Çalışmada aramid gibi higroskopik olmayan bir iç giyim materyali kullanıldığında bir sonraki kat hidrofil ise nemi çekip transfer edeceği için iç kattaki aramidin vücudu kuru tuttuğu ortaya çıkmıştır. Ancak komşu katın hidrofiliği yeterli değil ise içteki aramidin de pamuk gibi hidrofil liften farklı bir etkisi kalmadığı görülmüştür. Kombinasyondaki ikinci kat nem dağılımının belirlenmesinde çok büyük öneme sahiptir. İki katın birbirine doğrudan temas ettiği noktalarda, birinci kat hidrofob, ikinci kat hidrofil ise ikinci kat nemi çekmekte ve birinci kat sadece iletim vazifesi görmekte, az bir nem çekmektedir. Ancak eğer ikinci kat hidrofob ise bu kez ikinci kat nem bariyeri görevi üstlenmekte ve kullanıcıyı konforsuzluğa itmektir. Bu çalışmada koruyucu giysilerde hidrofil ve hidrofob tekstil kumaşlarının çok katlı bir yapıda doğru kombinasyonlarla kullanıldığında nem ve su buharı iletiminin hızlandırıldığı ve giyim konforunun artırılabilirdiği ortaya konulmuştur [42].

Güney ve Üçgül (2010) yaptıkları çalışmada farklı materyallerden ve tabakalardan oluşmuş membranların termal yalıtım özelliklerini Alambeta cihazında test etmiş ve sonuçları grafiksel olarak değerlendirmişlerdir. Ayrıca bu membranların koruyucu giysi içinde konforu nasıl etkileyebileceği tartışılmıştır. Materyal olarak dış kısmı su geçirmez materyalden yapılmış ve iç kısmının üst tarafı %100 pamuktan oluşan gözenekli bir kumaştan, alt tarafı ise bir yüzü %100 poliamid, diğer yüzü %100 poliüretandan yapılmış bir membrandan oluşan bir ceket; dış kısmı su geçirmez materyalden yapılmış ve iç kısmının üst tarafı %100 pamuktan oluşan gözenekli bir kumaştan, alt tarafı ise bir yüzü %100 poliester, diğer yüzü %100 poliüretandan yapılmış bir membrandan oluşan bir ceket; dış kısmı yine su geçirmez materyalden yapılmış ve iç kısmı tamamıyla gözenekli bir kumaş yapısı olan %100 pamuktan yapılmış bir ceket; dış ön yüzü %100 poliester, arka yüzü ise %100 poliüretandan yapılmış bir membrandan ve iç kısmı ise polardan ve arasına yerleştirilmiş bir dokusuz yüzeyden oluşan bir ceket olmak üzere 3 farklı tipte ceket kullanılmıştır. Membranlı kumaşların yapısı Şekil 10'daki gibidir [43].



Şekil 10. Çalışmada kullanılan kumaş katmanlarının yapısı [43]

Bu çalışmada en yüksek termal yalıtım özelliklerini dış materyali %100 PES/%100 PU olan termoaktif ceket göstermiştir. En düşük termal yalıtım özelliklerine sahip olan giysi ise %100 PA/%100 PU ceket olmuştur. Sonuç olarak, koruyucu giysi tasarımında kullanılmaya başlanılan su buharı geçiren fakat suyu geçirmeyen nefes alabilir, mikro gözenekli ya da hidrofilik membranların ısı ve kütle transferine izin vererek, giysi içinde konforun artırılmasında etkili olabileceği belirtilmiştir [43].

Sybilska ve Korycki (2010) çalışmalarında, giysi materyallerinin yarı geçirgen membranlarla kaplanarak ter akışının neden olduğu ısı kaybına karşı koruyucu ürünleri analiz etmiştir. Çalışmada çok katlı yapıların ısı ve su buharı transferinin matematiksel ve fiziksel modeli incelenmiştir. Farklı kat sayıları için, materyal parametrelerinin, membranın kalınlığının ve hammadde kompozisyonunun iyi belirlenmesi gerektiği belirtilmiştir. Termal konforun sağlanması ve giysi tasarımından beklentilerin karşılanması için termal direnç ve su buharı geçirgenliğinin önemli olduğu ifade edilmiştir [44].

Ibrahim vd (2010) pamuk lifinden üretilmiş farklı örme yapılarındaki (süprem, lacoste, melton) kumaşlara farklı kimyasal işlemleri (yumuşatma bitim işlemi, bio-parlatma işlemi, antibakteriyel bitim işlemi, su iticilik bitim işlemi) uygulanmasıyla konfor ve fonksiyonel özelliklerindeki değişiklikleri incelemiştir. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre yumuşatma bitim işleminin kumaşların çekme eğilimini (shrinkage tendency) azalttığı, sert tutumunu yumuşattığı, bio-parlatma işleminin hava geçirgenliği ve ısı iletimini arttırdığı, örme yapılarından lacoste örgülerin en yüksek hava geçirgenliği ve termal iletkenlik değerleri verdiği ortaya çıkmıştır [45].

Bertaux vd (2010) yaptıkları çalışmada çorap konforuna tekstil özellikleri ile fizyolojik ve duyuşal parametrelerin etkisi araştırılmıştır. Spor çorapların konfor parametreleri iki farklı spor egzersizinde değerlendirilmiştir. Duyuşal kriter olarak ayak sıcaklığının ve acının hissedilmesi alınmıştır. Ayak sıcaklığı ve nemi sensörlerle spor egzersizi

boyunca ölçülmüştür. Çorap kumaşı ile mekanik deri modeli arasındaki sürtünme incelenmiştir. Subjektif testler sonucunda, yüksek sürtünme katsayısına sahip çorapların daha az konforlu olduğu görülmüştür. Lif içeriğinin konforu birincil olarak etkilediği belirtilmiştir. Pamuklu çorapların sentetik (Pes/Pa, Pes/Ptfe/Pa, Pp) çoraplara göre daha az konforlu olduğu vurgulanmıştır. Ancak buna rağmen kullanıcıların hala pamuklu çorap tercih ettiği ve bunun nedeninin de kullanıcıların pamuk tutumunu sevmesi olduğu belirtilmiştir. Spor aktiviteleri sırasında ıslak ve sıcak hissedilmesinin konforsuzluğa neden olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca bu çalışma sonucunda düşük sürtünme katsayısına sahip sentetik liflerden üretilen çorapların ayağı kuru ve uygun sıcaklıkta tutacağı belirtilmiştir [46].

5. SONUÇ

Bu makalede giysi termal konforuna kullanılan materyalin ve kumaş yapısal özelliklerinin etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılan çalışmaların bir bölümü incelenmiş ve özetlenmiştir. Son yıllarda tüketicilerin tekstil ürünlerinden beklentilerinin artması ve giysi tercihlerinde konforun ön sıralarda yer almaya başlaması araştırmacıların ve tekstil ve hazır giyim üreticilerinin ilgisinin daha konforlu giysi sistemlerinin üretilmesi konusuna yoğunlaşmasına neden olmuştur. Önümüzdeki yıllarda subjektif ve objektif konfor ölçüm ve değerlendirme yöntemleri konusunda kaydedilecek gelişmeler ve amaca yönelik üretilecek yeni malzemeler sayesinde hem spor giysileri hem de koruyucu giysiler alanında konfor açısından son derece geliştirilmiş tasarımlar ve ürünler üretilebilmesi beklenmektedir.

KAYNAKLAR

- Hatch, K. L., (1993) *Textile Science*, MN: West Publishing Co., Minneapolis
- Slater, K., (1985) *Human Comfort*, Springfield, IL: Charles C. Thomas Publisher, New York
- Milenkovic, L., Skundric, P., Sokolovic, R., and Nikolic, T., (1999) *Comfort Properties of Defence Protective Clothing*, The Scientific Journal Facta Universitatis, 1 (4): 101-106
- Önder, E. ve Sarier, N., (2006), *Sıcaklık Düzenleme İşlevi Olan Akıllı Tekstil Ürünlerinin Tasarımı*, TÜBİTAK Proje No: MİSAG-238
- Yoo, H. S., Hu, Y. S., (2000) *Effects of Heat and Moisture Transport in Fabrics and Garments Determined with a Vertical Plate Sweating Skin Model*, Textile Research Journal, 70(6): 542-549
- Li, Y., (2001) *The Science of Clothing Comfort*, Textile Institute Publications, Textile Progress, Volume: 31, Number: 1/2, 138 s., UK.
- Kaplan, S., ve Okur, A., (2006) *Tekstil Materyallerinde Meydana Gelen Isı ve Kütle Transferi Mekanizmalarının Giysi Termal Konforu Üzerindeki Etkileri*, Tekstil ve Mühendis, 62-63: 28-36
- Kaplan, S., ve Okur, A., (2005) *Kumaşların Geçirgenlik-İletkenlik Özelliklerinin Giysi Termal Konforu Üzerindeki Etkileri*, Tekstil Maraton, Mart-Nisan 2005: 56-65
- Wang, Z., W., (2002) *Heat and Moisture Transfer and Clothing Thermal Comfort*, Phd Thesis, The Hong Kong Polytechnic University, Institute of Textiles and Clothing, Hong Kong, 324s.

10. Umbach, K. H. (1993) *Aspects of Clothing Physiology in the Development of Sportswear*, Knitting Technique, 15(3): 165-169
11. Karsu Tekstil, *Modal ve Karışımları*, <http://www.karsu.com.tr/pxp/tr/ueruenler/iplik/ring-iplik/modal-ve-karisimlari.php>, 30/07/2010
12. Advansa, *Coolmax Fabrics Comfort System*, <http://www.coolmax-thermolite.com/coolmax.htm>, 30/07/2010
13. Advansa, *Thermolite Comfort*, <http://www.coolmax-thermolite.com/thermolite.htm>, 30/07/2010
14. Hologenix Company, *How Holofiber Works*, <http://www.holofiber.com/howitworks.php>, 30/07/2010
15. Soya Silk Ekolojik Tekstil, *Soya Protein Elyafı*, <http://www.soyasilk.com/soyasilk-Sayfalar-soya-silk-24.aspx>, 30/07/2010
16. Greyson, M., (1983) *Encyclopedia of Composite Materials and Components*, Wiley&Songs, USA, 697s
17. Guanxiong, Q., Yuan, Z., Zhongwei, W., Jianli, L., and Jie, Z., (1991) *Comfort in Knitted Fabrics*, International Man-Made Fibres Congress Proceeding, Dornbirn, s112-124
18. Weder, M., (2004) *Physiological Properties of Sportswear*, International Textile Congress Proceeding, Portugal, s34-38
19. Gülsevin, N., (2005) *Spor Giysilerin Konfor Özellikleri Üzerine Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 80s
20. Güneşoğlu, S., Meriç, B., and Güneşoğlu, C., (2005) *Thermal Contact Properties of 2-Yarn Fleece Knitted Fabrics*, 2nd International Technical Textiles Congress, İstanbul, s46-50
21. Yaman, N., Öktem, T., Seventekin, N., (2007) *Polinozik Liflerin Üretimi, Özellikleri ve Kullanım Alanları*, Tekstil ve Konfeksiyon, 2007/4: 238-243
22. Üte, B. T., Oğlakçioğlu, N., Çelik, P., Marmaralı, A., ve Kadoğlu, H., (2008) *Doğal Renkli Pamuk ve Angora Tavşan Lifi Karışımından Üretilen İpliklerin Özellikleri ve Örgü Kumaşların Isıl Konforuna Etkileri Üzerine Bir Araştırma*, Tekstil ve Konfeksiyon, 3/2008: s191-197
23. Stankovic, S.B., Popovic, D. and Poparic, G. B., (2008) *Thermal Properties of Textile Fabrics Made of Natural and Regenerated Cellulose Fibers*, Polymer Testing, 27/2008: 41-48
24. Verdu, P., Rego, J. M., Nieto, J., Blanes, M., (2009) *Comfort Analyses of Woven Cotton/Poliester Fabrics Modified With A New Elastic Fiber; Part 1 Preliminary Analyses of Comfort and Mechanical Properties*, Textile Research Journal, Vol 79(1): 14-23
25. Verdu, P., Rego, J. M., Nieto, J., Blanes, M., (2010) *Comfort Analyses of Woven Cotton/Poliester Fabrics Modified With A New Elastic Fiber; Part 2 Detailed Study of Mechanica, Thermo-Physiological and Skin Sensorial Properties*, Textile Research Journal, Vol 80(3): 206-215
26. Cimilli, S., Nergis, B. U., Candan, C., Özdemir, M., (2009) *A Comparative Study of Some Comfort-related Properties of Socks of Different Fiber Types*, Textile Research Journal, Vol 0(0): 1-10
27. Kaplan, S., (2009) *Kumaşların Mekanik Özelliklerinden ve Geçirgenlik Özelliklerinden Yararlanılarak Giysi Konforunun Tahminlenmesi*, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 236 s.
28. Çil, M. G., Nergis, U. B., Candan, C., (2009) *An Experimental Study of Some Comfort-related Properties of Cotton Acrylic Knitted Fabrics*, Textile Research Journal, Vol 79(10): 917-923
29. Shim, M. H., Park, C. H., Shim, H. S., (2009) *Effect of Ceramics on the Physical and Thermo-Physiological Performance of Warm-up Suit*, Textile Research Journal, Vol 79(17): 1557-1564
30. Majumdar, A., Mukhopadhyay, S., Yadav, R., (2010) *Thermal Properties of Knitted Fabrics Made From Cotton and Regenerated Bamboo Cellulosic Fibres*, International Journal of Thermal Sciences, Vol 49: 2042-2048
31. Kawabata, S., Niwa, M., and Sakaguchi, H., (1985) *Applications to Product Design and Process Control*, The Third Japan/Australia Joint Symposium on Objective Measurement, Osaka, Japan, s96-109
32. Anonymous (1988) *High Performance Textiles*, The Textile Institute, 24(6): 10-12
33. Bergquist, K. and Holmer, I., (1997) *A Method for Dynamic Measurement of The Resistance to Dry Heat Exchange by Footwear*, Applied Ergonomics, Vol 28 No 5/6: 383-388
34. Hes, L., (2002) *Fundamentals of Design of Fabrics and Garments with Demanded Thermophysiological Comfort*, Textile Congress 2001, Liberec, s94-95
35. Endrusick, T. L., Gonzalez J.A., Gonzalez, R. R., (2004) *Improved Comfort of US Military Chemical and Biological Protective Clothing*, Environmental Ergonomics, 2004, 369-374
36. Uçar, N., Yılmaz, T., (2004) *Thermal Properties of 1x1, 2x2, 3x3 Rib Knit Fabrics*, Textile Fibres & Textiles in Eastern Europe, 12(3): 34-38
37. Yoo, S., Barker, R. L., (2005) *Comfort Properties of Heat-Resistant Protective Workwear in Varying Conditions of Physical Activity and Environment, Part I: Thermophysical and Sensorial Properties of Fabrics*, Textile Research Journal, 75(7): 523-530
38. Yoo, S. and Barker, R. L., (2005) *Comfort Properties of Heat-Resistant Protective Workwear in Varying Conditions of Physical Activity and Environment, Part II: Perceived Comfort Response to Garments and its Relationship to Fabric Properties*, Textile Research Journal, 75(7): 531-539
39. Chung, G. and Lee, D. H., (2005) *A Study on Comfort of Protective Clothing for Firefighters*, Environmental Ergonomics, 2005: 375-378
40. Marmaralı, A., Kretschmar, S.D., Özdi, N., (2006), *Örme Kumaşların Isıl Özellikleri Üzerine Bir Araştırma*, TÜBİTAK Proje No: MİSAG-218
41. Wu, H. and Fan, J., (2008) *Study of Heat and Moisture Transfer Within Multi-Layer Clothing Assemblies Consisting of Different Types of Battings*, International Journal of Thermal Sciences, 47: 641-647
42. Keiser, C., Becker, C., Rossi, R. M., (2008) *Moisture Transport and Absorption in Multilayer Protective Clothing Fabrics*, Textile Research Journal, 78: 604-613
43. Güney, F. ve Üçgül, İ., (2010) *Koruyucu Giysiler İçindeki Nefes Alabilir Membranların Termal Yalıtım Özellikleri*, Tekstil ve Konfeksiyon, 2010/1: 9-16
44. Sybilska, W. and Korycki, R., (2010) *Analysis of Coupled Heat and Water Vapour Transfer in Textile Laminates with a Membrane*, Fibres & Textiles in Eastern Europe, 18(3): 65-69
45. Ibrahim, N. A., Khalifa, T. F., El-Hossamy, M. B. and Tawfik, T. M., (2010) *Effect of Knit Structure and Finishing Treatments on Functional and Comfort Properties of Cotton Knitted Fabrics*, Journal of Industrial Textiles, 40(1): 49-62
46. Bertaux, E., Derler, S., Rossi, R. M., Zeng, X., Koehl, L., Ventenat, V., (2010) *Textile, Physiological, and Sensorial Parameters in Sock Comfort*, Textile Research Journal, 80(17): 1803-1810.